

MOVAR IKS

UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET OG FARE FOR SKRED I SPRØBRUDDMATERIALE

IFM. NY HOVEDVANNLEDNING I MOSS KOMMUNE

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
A082311	106				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
2.1	08.10.2021	Revisjon – foreløpig utgave	MHHH/KHCN/TLSL /TSDA	GRSR	HVKR
2.2	23.01.2023	Samlet utgave, etter UAK av vedlegg 4 - 10	MHHH/KHCN/TLSL /TSDA	HOHN	HVKR

INNHOOLD

1	Innledning	4
1.1	Formål	4
1.2	Revisjonshistorikk	4
1.3	Leseveiledning	4
1.4	Overordnet beskrivelse av prosjekt	5
2	Prosjekteringsforutsetninger	6
2.1	Tiltakskategori (NVE) og relaterte sikkerhets- og utredningskrav	6
3	Grunnforhold	8
3.1	Topografiske forhold og kvartærgeologi	8
3.2	Grunnundersøkelser	9
3.3	Poretrykksmålinger	10
3.4	Observasjoner av berg i dagen	10
3.5	Erosjon	11
4	Generell beskrivelse av utredningsprosedyre	11
4.1	Overordnet prosedyre	11
4.2	Steg 1 – Undersøk om det finnes registrerte faresoner	12
4.3	Steg 2 – Avgrens områder med mulig marin leire	13
4.4	Steg 3 – Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	13
4.5	Steg 4 – Bestem tiltakskategori	15
4.6	Steg 5 – Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområder	15
4.7	Steg 6 – Befaring	15
4.8	Steg 7 – Gjennomført grunnundersøkelser	15
4.9	Steg 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	15
4.10	Steg 9 – Klassifiser faresoner	15
4.11	Steg 10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	16
4.12	Steg 11 – Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	16

5	Metode for identifisering av aktsomhetsområder	17
6	Vurdering av aktsomhetsområder og faresoner	20
7	Oppsummering/konklusjon	20
8	Referanser	21
9	Vedlegg	22

1 Innledning

I forbindelse med etablering av ny hovedvannledning øst og nord i Moss kommune – fra Årvollbukta i sør til kommunegrensen til Vestby ved Kambo i nord – er COWI engasjert som geoteknisk rådgiver for MOVAR IKS.

I henhold til NVEs retningslinjer skal det utredes fare for progressiv bruddutvikling/sprøbrudd (områdeskred) da traseen i sin helhet er plassert under marin grense, og krysser områder med fare for marine leiravsetninger. Faren for skred er utredet med basis i NVEs kvikkleireveiledere 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplanar" og 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred" (ref. [1] og [2]).

1.1 Formål

Foreliggende notat, med vedlegg, utreder områdestabilitet for planlagt tiltak – ny hovedvannledning mellom Årvoll og Vestby grense. I tillegg er stabilitetsvurderinger i forbindelse med utførelse (uttrauing for VA-ledning og etablering av anleggsveier) utført, hvor lokalstabilitet påvirker områdestabiliteten.

1.2 Revisjonshistorikk

1. utgave (0) datert 15.12.17. Områdestabilitetsutredning basert på NVE 7/2014, original trase og innledende undersøkelser.

2. utgave, datert 18.06.21, er oppdatert på bakgrunn av supplerende grunnundersøkelser og traserevisjoner samt anleggsvei gjort i mellomliggende periode. Fra denne utgaven er områdestabilitetsutredning basert på NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Utgave 2.1, datert 08.10.21, er oppdatert på bakgrunn av krav om endret tiltakskategori, bedre informasjon om berg i dagen, samt supplerende grunnundersøkelser. Versjon 2.1 er en foreløpig utgave.

Utgave 2.2, datert 19.01.2023 (foreliggende versjon), er et samlet notat av områdestabilitetsutredning, med 9 vedlegg, hvor vurderinger til alle avgrensede aktsomhetsområder er inkludert.

1.3 Leseveiledning

Dette dokumentet er et overordnet notat for utredning av områdestabilitet for hele prosjektet. Felles forutsetninger for utredning i de enkelte aktsomhetsområdene er beskrevet. De identifiserte aktsomhetsområdene er behandlet og utredet separat i særskilte vedlegg til notatet (A1-A2 og A4-A10), samt for det spesielle området ved Nore bru i særskilt notat (NOT-RIG-203, ref. [3]). De særskilte vedleggene og notat -203 inneholder beskrivelse av avgrensning av det konkrete aktsomhetsområdet de hver især gjelder for, samt utredning i stegene 5-10 iht. tabell 3.1 i kvikkleireveilederen, ref. [2].

1.4 Overordnet beskrivelse av prosjekt

Prosjektet ligger i Moss kommune og omfatter ny vannledningstrasé samt anleggsveier. Traséen som dette notatet tar for seg er planlagt fra Årvoll i sør, går langs området Solgård, krysser Norebekken og går videre via Noretjern gjennom Mossemarka, krysser E6 ved Ungerholt bru, fortsetter på jordet nord for Stubbeløkkveien, krysser jernbanen nord for Kambo og termineres ved krysset Wankels vei/Osloveien. Oversiktskart fremgår på Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart som viser traseen dette notat gjelder for, samt nøkkelområder langs traseen.

Oversikt over traseen som utredes her er vist med NGUs løsmassekart som underlag på Figur 3. Traseen er ca. 8 km lang.

Grunnundersøkelser har påvist normalkonsolidert leire (heriblant sprøbruddmateriale/kvikkleire) under tørrskorpelag/friksjonsjordlag store deler av traseen hvor det ikke er partier med bart berg eller tynt løsmassedekke. I enkelte punkter er det truffet ikke-sensitiv leire eller friksjonsmasser.

2 Prosjekteringsforutsetninger

2.1 Regelverk

Regel- og lovverket som legges til grunn for områdestabilitetsutredningen er:

- > Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven, PBL) av 2008 med seneste endring 2021
- > Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning, 2016
- > Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning og definisjon av preaksepterte ytelser.
- > NVE veileder 1/2019: *Sikkerhet mot kvikkleireskred*

2.2 Tiltakskategori (NVE) og relaterte sikkerhets- og utredningskrav

Sikkerhet mot områdeskred skal alltid dokumenteres for tiltak under marin grense. Kravene til sikkerhet og utredningsomfang avhenger av tiltakskategori, som igjen blir bestemt ut fra konsekvens for tiltaket ved skred.

Tiltakene i prosjektet involverer etablering av anleggsveier, utgravinger, avstivingstiltak, enkelte mindre ventilkamre og andre kummer, og ny hovedvannledning.

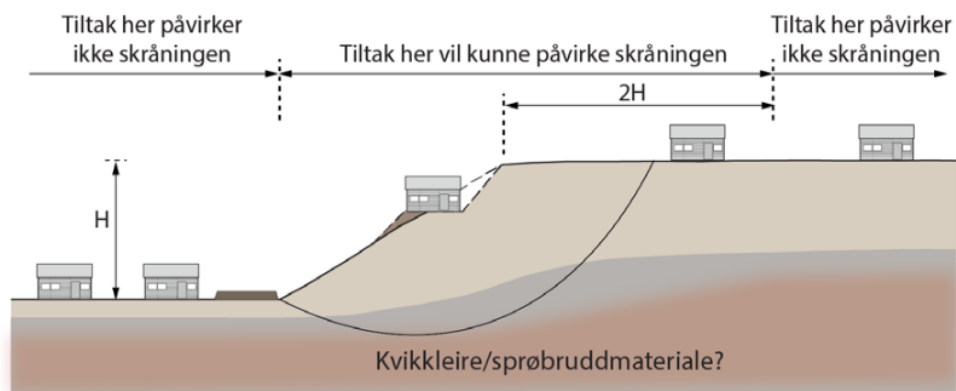
Tiltakskategorien for prosjektet er basert på tiltakets verdi, og er i samråd med tiltakshaver valgt til **K3**: «Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller *tiltak med stor verdi.*»

Ved tiltak i K3 må det gjøres full faresoneutredning (fastleggelse av løsne- og utløpsområder, kvantifisering av sikkerhet til alle skråninger som kan berøre tiltaket i området, planlegging av evt. sikringstiltak mv.), og sikkerheten mot områdeskred dokumenteres iht. kravene i NVE 1/2019 kap. 3.3.6. Det skal gjøres vurdering av erosjonsforhold og faregrad skal beregnes iht. NVE-rapport 9/2020 (ref. [4]).

Stabilitetsforholdene skal vurderes og kvantifiseres ved beregning for alle deler av tiltaket som kan være utsatt for områdeskred.

Utenom kravene til faregradsevaluering og sikring mot erosjon er kravene til sikkerhet i tiltakskategori K3:

- > For tiltak som forverrer stabiliteten (uansett fase) skal det dokumenteres absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet; $f_s = 1,15$.
- > For tiltak som ikke forverrer stabiliteten skal det *enten*:
 - > Dokumenteres absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ før, etter og under utbygging.
 - > For områder med lav faregrad og sikkerhet i dagens situasjon tilsvarende $F_{cu} \leq 1,40$ eller $F_{c\phi} \leq 1,25$ skal det ved beregning dokumenteres at det ikke skjer forverring.
 - > For områder med middels eller høy faregrad og sikkerhet i dagens situasjon tilsvarende $F_{cu} \leq 1,40$ eller $F_{c\phi} \leq 1,25$ skal det ved beregning dokumenteres at det oppnås prosentvis forbedring av stabiliteten avhengig av sikkerhetsfaktoren før utbyggingen (Figur 3.3 i ref. [2]). Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved topografiske endringer eller ved bruk av lette masser.
- > Skråninger i kartlagte faresoner, men som ikke er i influensområdet for tiltaket, har krav til sikkerhet dokumentert ved beregning på $F_{cu} \geq 1,20$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Dersom $F_{cu} \leq 1,20$ eller $F_{c\phi} \leq 1,25$ skal sikkerheten forbedres prosentvis iht. Figur 3.3 i ref. [2]. Skråninger er utenfor influensområdet dersom tiltaket er i en avstand større enn $2H$ (hvor H er skråningshøyde) bak skråningstopp eller om tiltaket er foran skråningen (se Figur 2). Graving foran skråning kan, med mindre det dokumenteres med beregninger at tiltaket ligger utenfor influensområdet til skråningen, medføre stabilitetsforverring og vil dermed ha sikkerhetskrav $F_{cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.
- > Kvalitetssikring må gjennomføres av godkjent uavhengig foretak. Uavhengig foretak skal fungere som sakkyndig rådgiver for tiltakshaver og engasjeres av tiltakshaver.



Figur 2: Utklipp fra NVE 1/2019, ref. [2], som viser prinsippskisse av områder hvor tiltak kan påvirke skrånninger. Prinsippet gjelder ikke for gravearbeider.

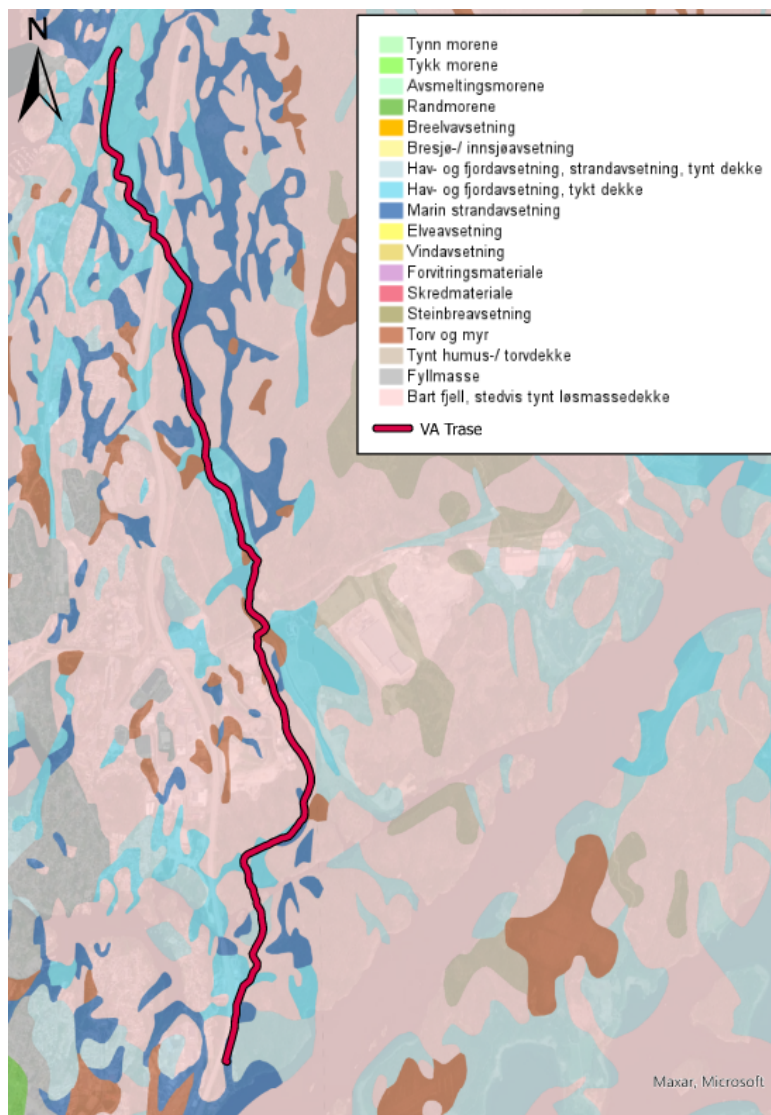
3 Grunnforhold

3.1 Topografiske forhold og kvartærgeologi

Grunnlag for terrengeanalysene er hentet fra hoydedata.no. I prosjektområdet er det god dekning på data av høy kvalitet.

Terrenget langs traseen varierer fra under kote 0 til rundt kote +70 m. Generelt er det bare mindre skrånninger i sideterrenget til traseen. Det er generelt ikke større topografiske forskjeller ved traseen.

Løsmassekart fra NGU viser noe vekslende forhold av hav- og fjordavsetninger, marine strandavsetninger og barfjellsområder/områder med tynt løsmassedekke (se Figur 3). Det henvises til særskilte utredninger (vedlegg) for hvert aktsomhetsområde for mer detaljert beskrivelse av løsmasser.



Figur 3: Omtrentlig VA-trasé i løsmassekart, hentet fra NGU via ArcGIS pro.

3.2 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser for ny VA-ledning er utført av COWI i flere runder. Det ble gjort noen boringer og laboratorieforsøk i 2017 (datarapport 1, se ref. [5]) og 2018 (datarapport 2 og 3, se ref. [6] og [7]). I tillegg har Sweco gjennomført grunnundersøkelser ved Kambo, se ref. [8]. I forbindelse med denne revisjonen av områdestabilitetsutredningen og endring i tiltakskategori fra K1 til K3, ble det i tillegg gjennomført supplerende grunnundersøkelser i 2021 og sideterreng mm., se datarapport 4 (ref. [9]).

Resultater fra felt- og laboratorieforsøk viser varierende masser av tørrskorpeleire, matjord, torv og sand over bløt normalkonsolidert og til dels sensitiv leire. Enkelte steder er det bare påtruffet fastere og ikke-sensitiv leire eller fyll av friksjonsmasser. Noen steder er det et morene- eller gruslag rett over berg.

Det henvises til utredningen i de enkelte aktsomhetsområdene for nærmere beskrivelse av grunnforhold, og til datarapportene for ytterligere detaljer om de utførte grunnundersøkelsene.

3.3 Poretrykksmålinger

Grunnvannsforhold i prosjektområde er målt ved bruk av hydrauliske og elektriske poretrykksmålere. Avlesninger av målere indikerer i hovedsak grunnvannsnivåer 0 – 0,5 m under terreng. Det er i tillegg målt poreovertrykk opp mot 25 kPa ved noen av poretrykksmålerne, jfr. ref. [5] og ref. [10] – med tidsserier fra de elektriske poretrykksmålerne.

I de områdene hvor det er gjort poretrykksmåling, er det i hovedsak målt grunnvannstand i eller nær terreng. Det henvises til vedlegg 2-10 for detaljert beskrivelse av grunnvannsforhold ved de enkelte aktsomhetsområdene.

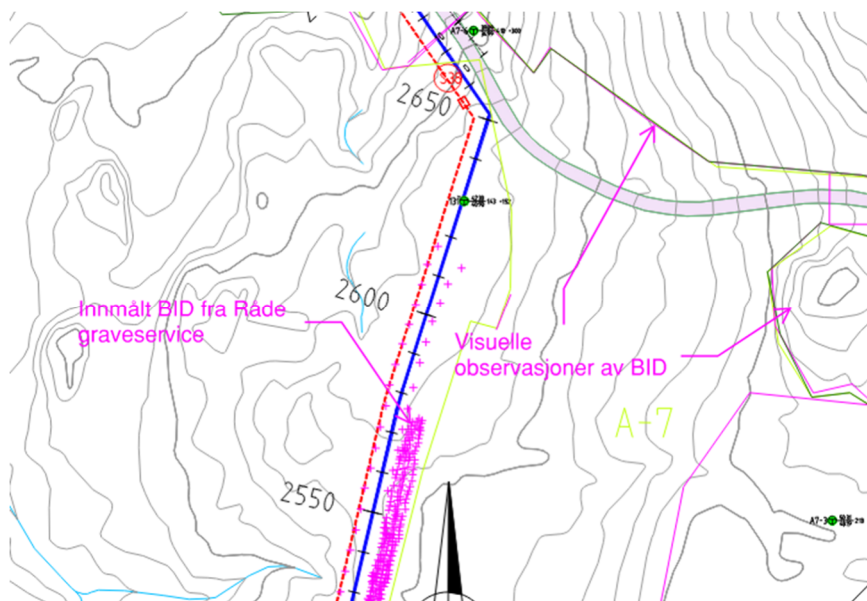
Det er satt ned poretrykksmålere med kontinuerlig logging i etterkant av hendelsen ved Nore bru (Vålerveien bru) våren 2021. Resultatene av disse er behandlet i særskilt områdestabilitetsutredning for dette området, se ref. [3].

3.4 Observasjoner av berg i dagen

Som underlag for avgrensning av aktsomhetsområder er det gjort befaringer i og ved traseen i flere omganger av ulike personer. På bakgrunn av visuelle observasjoner, historiske flyfoto og skyggerelieffkart er det tegnet opp flater. Disse flatene er importert til ArcGIS og anvendt til å tegne det prosjektspesifikke *mulighet-for-marin-leire-kart* som er beskrevet i steg nummer 4 under.

I tillegg til visuelle observasjoner av berg er det brukt målte punkter med berg i dagen som er mottatt fra entreprenøren Råde graveservice. Disse målingene finnes der det har vært nødvendig å sprengte berg for etablering av grøft.

Berg-i-dagen (BID) observasjonene er ikke medtatt på borplaner i datarapportene, men kommer frem av oversiktskartene tegnet for de enkelte aktsomhetsområdene. Det vises til Vedlegg 2-10 samt notat RIG-NOT-203 for ytterligere beskrivelse/oversikt. På Figur 4 er det vist et eksempel på observasjoner og innmålt berg i dagen.



Figur 4: Eksempel på observerte områder med BID og innmålt BID. Utklipp av oversiktskart for aktsomhetsområde A7, T3 P2550-P2650.

3.5 Erosjon

Det er gjort befaringer i flere omganger rundt vassdrag i, eller i nærheten av, aktsomhetsområdene med formål om å avdekke erosjonsforholdene. Der det pågår erosjon er det krav om erosjonssikring. Erosjon er kartlagt iht. veiledningen for erosjonskartlegging i NVE-veilederen, ref. [4].

Ytterligere beskrivelse/vurdering finnes for de enkelte aktsomhetsområdene i Vedlegg 2-10 og notat RIG-NOT-203, ref. [3].

4 Generell beskrivelse av utredningsprosedyre

Områdestabilitet er definert i NVE veileder 1/2019 (ref. [2]) som: «En stabilitetstilstand der et initielt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmateriale, slik som er typisk for kvikkleire.» Vurdering av områdestabilitet brukes om vurderinger av tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred.

Idet eneste preaksepterte ytelse i TEK17 for sikring av områdestabilitet i områder under marin grense er stegvis utredning iht. NVE veileder 1/2019 (ref. [2]), må dette gjøres for prosjektet. Som støtte til veilederen og for beregning av faregrad er NVE veileder 9/2020, ref. [4], brukt.

4.1 Overordnet prosedyre

På Figur 5 fremgår en oversikt over de steg som må utredes i forbindelse med byggesaker/tiltak under marin grense. Detaljeringsnivået innbefatter potensielt alle 11 steg for dette plannivået (byggefase).

Som første del av utredningen må det utredes aktsomhetsområder (steg 1-3) og tiltak må plasseres i tiltakskategori.

For tiltak i kategori K3 eller K4 må det gjøres faresoneutredning (steg 4-11).

Det vises til Kapittel 1.3 for beskrivelse av strukturen og leseveiledning for utredningen.

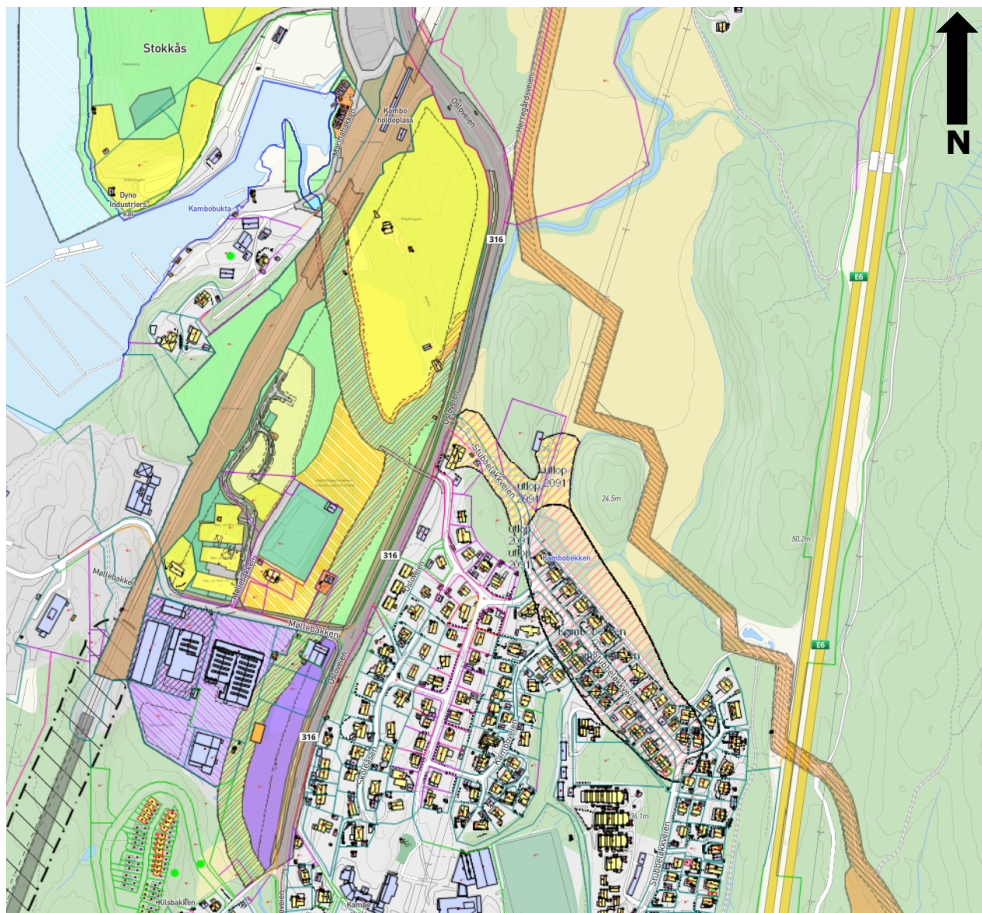
	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

Figur 5: Utklipp fra NVE 1/2019 som viser veilederens tabell 3.4.

4.2 Steg 1 – Undersøk om det finnes registrerte faresoner

Det er registrert en faresone i nærheten av prosjektet i forbindelse med regional kvikkleirekartlegging. Denne er registrert og opptegnet i NVE Atlas. Faresonen er på Kambo og har sonenummer 2091 *Kambobekken*. Faregrad er angitt til "lav" og risikoklasse 3. Se Figur 6 for plassering av faresonen.

Tiltaket er plassert utenfor faresonen i sin helhet. Faresonen inngår i aktsomhetsområde A8, som er utredet nærmere i Vedlegg 8. Det vises til vedlegget for ytterligere vurdering av løsne- og utløpsområdet.



Figur 6: Gjeldende reguleringsplaner for området samt kartlagt faresone for områdeskred i Stubbeløkkveien. Utklipp fra Moss kommunes kartportal, ref. [11].

4.3 Steg 2 – Avgrens områder med mulig marin leire

Der hvor det er løsmassedekke > 2m i prosjektområdet, er det i hovedsak marin leire som er vist på løsmassekart, og videre påvist ved grunnundersøkelser. Enkelte steder viser grunnundersøkelser fyllmasser/friksjonsmasser til berg eller kohesive masser uten sprøbruddegenskaper ($C_{u,r,NS8015} \geq 2$ kPa).

Forekomster av marin leire er hensyntatt ved opptegning av aktsomhetsområder (se kapittel 5 og 6), idet dette inngår som grunnlag for opptegning av det prosjektspesifikke *mulighet-for-marin-leire* kartlag.

4.4 Steg 3 – Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Utredning av aktsomhetsområder er gjennomgått i kapittel 5.

Oversikt over de deler av prosjektet som er plassert i aktsomhetsområde er gitt per deltrasé og profilnummer i Tabell 1.

Etter en helhetsvurdering ble aktsomhetsområde A1 og A2 ikke utredet videre. Dette fordi vannledningen allerede var lagt og anleggsarbeidet ferdig da tiltaket

ble flyttet opp i tiltakskategori K3 og soneutredningsarbeidet ble påbegynt. Aktsomhetsområde A1 og A2 ble altså identifisert etter at arbeidene her var ferdig. K3-utredningen skulle først og fremst tjene formålet med å hindre grunnbrudd eller andre nye hendelser. Grunnforholdene langs traseen i A1 og A2 ble rapportert ikke å by på problemer, med relativt faste masser. Generelt vil en etablert vannledning heller gi en liten stabilitetsforbedring heller enn forverring i et område. Dermed var det konsensus om at A1 og A2 ikke skulle utredes videre.

Tabell 1: Oversikt over deler av vannledningstraséen som er plassert i aktsomhetsområde iht. kriteriene i NVE veileder 1/2019. Det vises til VA plan- og profiltegninger for plassering av de ulike deler.

Del-trase (T=trase, P=pel)	Aktsomhetsområde (A1 til 10)	Kommentar
T2 P170-P215	A1	Ikke ferdig utredet. Vannledning etablert før A1 ble identifisert.
T2 P270-P500	A1	Ikke ferdig utredet. Vannledning etablert før A1 ble identifisert.
T2 P850-P880	A2	Ikke ferdig utredet. Vannledning etablert før A2 ble identifisert.
T3 P0-P500	A3	Utredning i område A3 er utskilt i eget dokument, ref. [3].
T3 P500-P750	A4	Utredning er dokumentert i vedlegg 4 av notatet.
T3 P750-P1440	A5	Utredning er dokumentert i vedlegg 5 av notatet.
T3 P1650-P2000	A6	Aktsomhetsområde utgikk. Begrunnelse er dokumentert i vedlegg 6 av notatet.
T3 P2660-P2970	A7	Utredning er dokumentert i vedlegg 7 av notatet.
T4 P520-P550	A8	Utredning er dokumentert i vedlegg 8 av notatet.
T4 P330-P1200	A9	Utredning er dokumentert i vedlegg 9 av notatet.
T4 P1330-P1450, og T5	A10	Aktsomhetsområde utgikk. Begrunnelse er dokumentert i vedlegg 10 av notatet.

4.5 Steg 4 – Bestem tiltakskategori

Tiltaket plasseres jf. delkap. 2.1 i tiltakskategori K3, og det må derfor gjøres full faresoneutredning (steg 4-11), kfr. kapittel 3.2 i ref. [2].

4.6 Steg 5 – Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løsneområder

Steg 5 er gjennomgått for de enkelte delområdene i Vedlegg 2 til 10.

Oversikt over tilgjengelig grunnlagsmateriale er presentert i Kapittel 3, samt 4.2.

4.7 Steg 6 – Befaring

Steg 6 er gjennomgått enkeltvis for delområdene i Vedlegg 2 til 10.

Det er gjort befaring av samtlige områder i prosjektet én eller flere ganger, bl.a. for å observere berg i dagen. Befaringer er dokumentert i vedleggene.

4.8 Steg 7 – Gjennomført grunnundersøkelser

Steg 7 er gjennomgått enkeltvis for delområdene i Vedlegg 2 til 10.

Utførte grunnundersøkelser i aktsomhetsområder er godt dekkende for faresoneavgrensing, stabilitetsberegninger og beregning av faregrad for samtlige løsne- og utløpsområder som kan påvirke tiltaket. Grunnundersøkelsene omfatter bla. opptak av høykvalitets prøver og CPTU-sonderinger i anvendelsesklasse 1, i et vesentlig omfang. Dermed finnes det godt grunnlag for å identifisere sprøbruddmateriale og relevante skredmekanismer.

4.9 Steg 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Steg 8 er gjennomgått for de enkelte delområdene i Vedlegg 2 til 10.

Det er identifisert løsne- og utløpsområder innenfor flere av de definerte aktsomhetsområdene iht. prosedyren i kvikkleireveilederen [2], kap. 4.5. Flere av de identifiserte løsne-/utløpsområdene vil dog ikke påvirke tiltaket, og vil følgelig ikke ha behov for videre utredning med faregradsevaluering iht. veilederen [2]. Skredmekanismer og løsne- og utløpsområder er gitt i de respektive utredningene av delområdene.

4.10 Steg 9 – Klassifiser faresoner

Steg 9 er gjennomgått for de enkelte delområdene i Vedlegg 2 til 10.

Faregrad og konsekvens er beregnet iht. prosedyren i kvikkleireveilederen [2] kap. 4.7 og NVE 9/2020 [4] for samtlige faresoner.

Beregnet faregrad (sannsynlighet) varierer mellom *lav* og *middels* og skadeskonsekvens mellom *mindre alvorlig* og *alvorlig*. Risiko er lik skadeskonsekvens multiplisert med faregrad. Høyeste risikoklasse i prosjektet og dermed viktigste faresone identifisert er *Movar A3, Norebru* som er plassert i risikoklasse 3.

Aktsomhetsområde	Faresone	Faregrads-klasse	Konsekvens-klasse	Risikoklasse	Vedlegg utredning
A3	Movar A3, Norebru	Lav (0,31)	Alvorlig (0,36)	3 (1115)	NOT-RIG-203 [3]
A4	Movar A4, Noretjern	Middels (0,47)	Mindre alvorlig (0,02)	1 (105)	A4 (vedlegg 4)
A5	Movar A5-1, Noreødegården	Middels (0,45)	Mindre alvorlig (0,09)	2 (401)	A5 (vedlegg 5)
A5	Movar A5-2, Noreødegården	Middels (0,39)	Mindre alvorlig (0,04)	2 (174)	A5 (vedlegg 5)
A7	Movar A7-1, Muskedalsbakken	Lav (0,25)	Mindre alvorlig (0)	1 (0)	A7 (vedlegg 7)
A7	Movar A7-2, Muskedalsbakken	Middels (0,47)	Mindre alvorlig (0,04)	2 (209)	A7 (vedlegg 7)
A9	Movar A9, Kambo sør	Lav (0,33)	Mindre alvorlig (0,02)	1 (74)	A9 (vedlegg 9)

4.11 Steg 10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Steg 10 er gjennomgått for de enkelte delområdene i Vedlegg 2 til 10. Her er begrunnelse for utvelgelse av kritiske snitt til beregning beskrevet, samt resultatene vurdert. Der det er relevant er sikkerheten til både dagens situasjon, midlertidig situasjon og evt. sikret situasjon beregnet.

4.12 Steg 11 – Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Når uavhengig kvalitetssikring er ferdigstilt meldes faresoner, samlet utredning og alle grunnundersøkelser som ligger til grunn for utredning inn til NVE.

Grunnundersøkelsene som legger til grunn for utredningen tilhører ikke COWI AS og det må derfor foreligge godkjenning fra eiere av dataene innen de kan lastes opp til NADAG.

5 Metode for identifisering av aktsomhetsområder

Det er utarbeidet aktsomhetsområder langs traseen jf. NVE sin kvikkleireveileder [2] punkt 1 til 3 (se **Error! Reference source not found.** for avgrensning iht. definisjon i punkt 3). Aktsomhetsområdene er fastlagt på bakgrunn av topografi, påvist eller mulig sprøbruddmateriale i grunnundersøkelsespunkter og bergflater modellert på bakgrunn av observert berg i dagen/berg i dagen fra flyfoto kombinert med skyggerelieffkart.

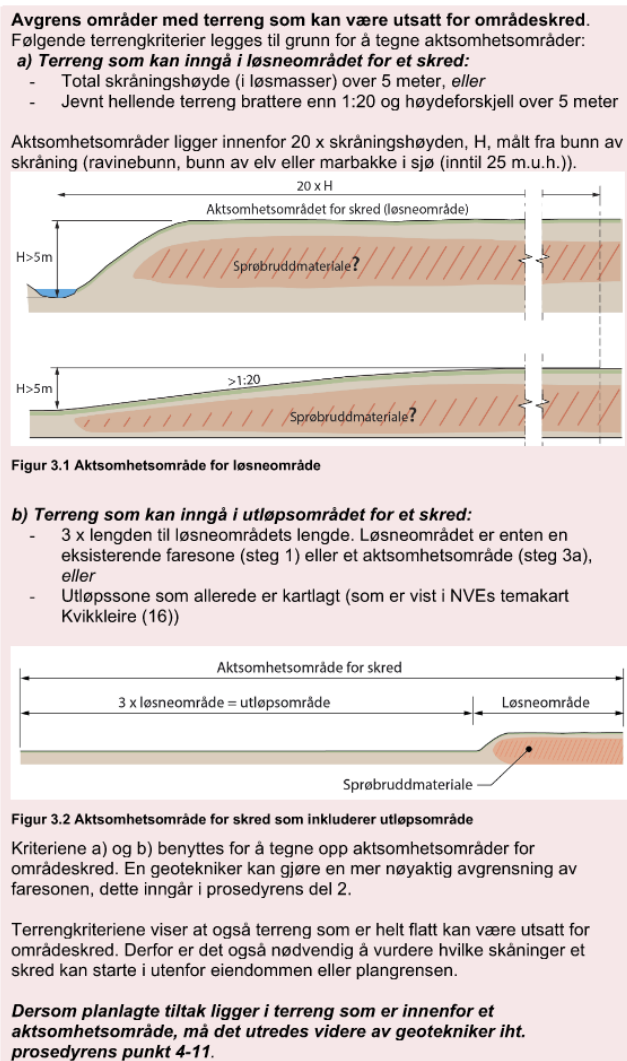
I tillegg til utførte grunnundersøkelser er det brukt løsmassekart til å identifisere områder med potensielt sprøbruddmateriale.

Aktsomhetsområdene har blitt fastlagt på bakgrunn av en GIS-analyse i programmet ArcGIS Pro, og kontrollert ved manuell gjennomgang av kritiske snitt i de ulike aktsomhetsområdene.

Den topografiske GIS-analysen resulterte, sammen med grunnundersøkelsene, i at 10 aktsomhetsområder i eller ved prosjektområdet ble identifisert – se Vedlegg 1.

Metoden som er brukt for innledende avgrensning av aktsomhetsområder er beskrevet i NVE Ekstern rapport 65/2019 (ref. [12]), og det vurderes at metoden er konservativ mht. markering av aktsomhetsområder. Fordi metoden ikke kan vise utløpsområder fra de identifiserte løsneområder i aktsomhetsområdene er det dog mulig at vannledningen i den permanente situasjonen kan bli dekket av et evt. skred, dette er beskrevet nærmere i utredningen i de enkelte aktsomhetsområder, se Vedlegg 2-10. For tiltak i løsneområde er det kontrollert at krav til stabilitet for overliggende faresone ivaretas i anleggsgjennomføringen.

De identifiserte aktsomhetsområdene innbefatter altså potensielle løsneområder, men ikke nødvendigvis utløpsområder. Utløpsområder identifiseres i den videre prosessen; etter vurdering av aktuell skredmekanisme, type utløpsområde (kanalisert/åpent), andre topografiske forhold og evt. skredvolum. Aktuelle utløpsområder er nærmere beskrevet, definert og opptegnet for aktsomhetsområdene i de respektive vedleggene.



Figur 7: Definisjon av aktsomhetsområder for skred, utklipp fra NVE 1/2019 (ref. [2]).

Følgende ligger til grunn for opptegning av de opprinnelig identifiserte aktsomhetsområdene:

- 1 DTM 1 høydemodell nedlastes fra høydedata.no
- 2 Modellen simplifiseres ved konvertering til 5 m "ekvidistanse"
- 3 Funksjonen *Focal Stats* i ArcGIS anvendes til å hente ut punkter der minste høydeforskjell i en radius 50 m er >5 m. Dette tilfredsstillers da helning >1:10 og høydeforskjell >5 m. Dette punkt tillegges en verdi på 1.
- 4 Det klippes mot aktsomhetskart for marin leire. Aktsomhetskartet er et lag i ArcGIS-databasen for prosjektet. Det inneholder alle områder der det ikke er a) berg i dagen, b) friksjonsmasser tolket fra grunnundersøkelser eller c) mindre enn 2 m løsmassedekke iht. grunnundersøkelser.
- 5 Det klippes mot rasterkart med helning >1:20.

- 6 Det etableres en buffer med *Focal Stats* ved å kjøre trinn 2 enda en gang. Dette fordi analysen har tendens til å underrepresentere veldig slake skråninger med 50 m (1:20 og høydeforskjell >5 m har egentlig 100 m radius) og overrepresentere bratte skråninger (se ref. [12]).
- 7 Det klippes mot aktsomhetskart for marin leire igjen.
- 8 Alle tilbakeværende områder med verdi = 1 er da markert som aktsomhetsområde.

De identifiserte aktsomhetsområdene er vist som oversikt i Figur 8. I Vedlegg 2-10 er de enkelte aktsomhetsområdene beskrevet mer detaljert.



Figur 8: Kart som viser aktsomhetsområdene langs VA traseen.

6 Vurdering av aktsomhetsområder og faresoner

Navngivning av aktsomhetsområdene vises i Figur 8.

Aktsomhetsområdene er vurdert nærmere og enkeltvis i vedlegg 2-10.

I utredningen for delområdene finnes også evt. faresoneutredning med faregradsevaluering og opptegning av faresoner iht. kriteriene i NVE 1/2019.

7 Oppsummering/konklusjon

Gjennomgangen i foreliggende notat viser at området for ny VA-ledning vil gå gjennom områder med sensitiv og til dels kvikk leire (sprøbruddsmasser).

Tiltaket er plassert i tiltakskategori (NVE) K3. Dette medfører krav om faresoneutredning for alle aktsomhetsområder som tiltaket er plassert i, og aktsomhetsområder hvor skred kan påvirke tiltaket.

Det er funnet at store deler av traseen går gjennom aktsomhetsområder iht. kriteriene i NVE 1/2019 og 9/2020, hhv. ref. [2] og [4]. Det ble totalt identifisert 10 aktsomhetsområder, hvor 2 aktsomhetsområder (A1 og A2) senere utgikk grunnet omstendighetene (se kapittel 4.4). For de 8 resterende aktsomhetsområde er det videre gjort detaljerte vurderinger og faresoneutredning (se vedleggene til notatet). I tillegg er det gjort utredning av hvorvidt områdestabiliteten påvirkes i de ulike fasene av utbyggingen. Det er funnet at tiltakene kan gjennomføres sikkert mht. skredfare for kvikkeleire, men det må gjennomføres noen sikringstiltak eller tas spesielle hensyn i forbindelse med anleggsarbeidene. Dette gjelder spesielt for aktsomhetsområde A3, A4, A5, A7 og A9. Sikringstiltak og evt. prosedyre for anleggsgjennomføring er gitt i de respektive notatene.

Det påpekes at det likevel er gjort særskilte vurderinger av stabilitet lokalt for utgravningsarbeider for samtlige utgravinger.

Området rundt Norebekken og Nore bru (T3: pel 0-500) er benevnt aktsomhetsområde A-3 og er utredet i separat notat. For utredning av områdestabiliteten til denne del av traseen vises det til COWI dok. nr. A082311-NOT-RIG-203.

8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Retningslinjer 2/2011 - Flaum og skredfare i arealplanar, Oslo: NVE, 2011.
- [2] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr. 1/2019. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, Oslo: NVE, 2020.
- [3] COWI AS, »Utredning av områdestabilitet ved Norebekken og Nore bru,« 2021.
- [4] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), »Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse,« 2020.
- [5] COWI AS, »MOVAR GU - Geotekniske grunnundersøkelser #1, COWI dok nr. A100540-RAP-RIG-001,« 2017.
- [6] COWI AS, »MOVAR GU - Geotekniske grunnundersøkelser #2, COWI dok. nr. A100540-RAP-RIG-002,« 2018.
- [7] COWI AS, »MOVAR GU - Geotekniske grunnundersøkelser #3, COWI dok nr. A100540-RAP-RIG-003,« 2018.
- [8] Sweco Norge AS, »26218001 SVV - Fv 311, G-S-vei Osloveien og Brevikveien, Grunnundersøkelser Datarapport, Sweco dokumentnr. 26218001 RIG-1,« Statens vegvesen, 2017.
- [9] COWI AS, »MOVAR GU - Geotekniske grunnundersøkelser #4, COWI dok. nr. A232328-RAP-RIG-001,« 2021.
- [10] COWI AS, »Kryssing ved Vålerveien - Geotekniske notat - COWI dok nr. A082311-NOT-RIG-009_4.0,« MOVAR IKS, 2021.
- [11] Moss kommune, [Online]. Available: <https://kommunekart.com/klient/moss/arealplan>. [Senest hentet eller vist den 16 06 2021].
- [12] A. Q. Growen, C. R. Havnegjerde, H. Narjord og (Multiconsult Norge AS), Regional kvikkleirekartlegging - NVE ekstern rapport 65/2019, Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat, 2019.
- [13] NIFS, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, 2014.
- [14] Sweco Norge AS, »26218001 SVV - Fv 311, G-S-vei Osloveien og Brevikveien, Sweco dokumentnr. 26218001 RIG-2,« Statens vegvesen, 2017.
- [15] NVE/NGI, »Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner,« NVE/NGI, 2000.
- [16] COWI AS, »Sandbukta - Moss - Såstad (SMS) Avrop 49 - Geotekniske datarapport, dokumentnummer ICP-12-V-70022-00A,« Bane NOR, 2018.

9 Vedlegg

- 1 Oversiktskart med aktsomhetsområder
 - 1.1 Helningskart 1:20, hele prosjektområdet
- 2 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A1 - utgått
- 3 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A2 - utgått
- 4 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A4
- 5 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A5
- 6 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A6
- 7 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A7
- 8 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A8
- 9 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A9
- 10 Utredning, underlag og beregninger – aktsomhetsområde A10